

## Beschreibung

### Verfahren zum Betrieb eines Vermittlungssystems für Datenpa- 5 kete

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb  
eines Vermittlungssystems für Datenpakete mit Ein- und Aus-  
gängen mit eingangsseitiger Zwischenspeicherung der Datenpa-  
10 kete. Solche Vermittlungssysteme für Datenpakete dienen bei-  
spielsweise zum Aufbau von lokalen Datennetzen (LAN = Local  
Area Network). Ein Beispiel für ein solches lokales Daten-  
netzwerk ist unter dem Namen "ETHERNET" als technischer Stan-  
dard bekannt.

15 Bei solchen Datennetzwerken ist es erforderlich, die Daten in  
Form von Datenpaketen von einer Quelle zu einem Ziel zu füh-  
ren. Dazu ist ein entsprechendes Vermittlungssystem erforder-  
lich. Gemäß dem Stand der Technik gab es für solche Vermitt-  
20 lungssysteme für Datenpakete in Netzwerken lediglich die Lö-  
sung, entweder die Datenpakete am Eingang zwischenzuspeichern  
(INPUT BUFFERED) oder die Daten am Ausgang zwischenzuspei-  
chern (OUTPUT BUFFERED). Beide Lösungen gemäß dem Stand der  
Technik wiesen erhebliche Nachteile auf. Bei der Zwischen-  
25 speicherung der Datenpakete am Eingang kann eine Blockierung  
des Systems durch das sogenannte "HEAD-OF-LINE BLOCKING" ent-  
stehen. Außerdem ist eine Verkehrssteuerung durch Vergabe  
verschiedener Prioritäten an unterschiedliche Datenpakete und  
damit eine bevorzugte Vermittlung bestimmter, besonders eili-  
30 ger Datenpakete nur sehr schwer möglich.

Bei der Zwischenspeicherung am Ausgang ist eine sehr große  
Bandbreite des ausgangsseitigen Zwischenspeichers erforder-  
lich und zusätzlich erfordert ein solches System mit Zwi-  
35 schenspeicherung am Ausgang eine sehr schnelle Entscheidung  
über den zu benutzenden Datenweg (routing).

Auch Systeme mit gemeinsamem Speicher, die eine Kombination von eingangsseitigem und ausgangsseitigem Zwischenspeicher darstellen, benötigen eine hohe Bandbreite des Speichers.

- 5 Bisher gibt es auf dem Markt nur Vermittlungssysteme mit Zwischenspeicherung am Ausgang mit einer hohen Bandbreite, beispielsweise von Texas Instruments oder sehr komplizierte Systeme mit gemeinsamem Speicher.
- 10 Die vorliegende Erfindung hat es sich daher zur Aufgabe gemacht, ein Verfahren zum Betrieb eines Vermittlungssystems für Datenpakete mit Ein- und Ausgängen mit eingangsseitiger Zwischenspeicherung der Datenpakete zu schaffen, welches die Vorteile der eingangsseitigen mit den Vorteilen der ausgangs-
- 15 seitigen Zwischenspeicherung verbindet, ohne deren jeweilige Nachteile zu besitzen.

- Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß bei Eintreffen eines jeden Datenpakets lediglich eine Meldung zum
- 20 Ausgang gesendet und dort in die Warteschlange gestellt wird. Auf diese Weise ist die Datenübertragung und die Übertragung der Information zur Festlegung der Reihenfolge der Übertragung der Daten voneinander unabhängig. Die notwendige Bandbreite für die inneren Verbindungen im Vermittlungssystem
- 25 wird nunmehr ausschließlich durch die Bandbreite der lokalen physikalischen Eingänge mit einem kleinen Zuschlag für den logischen Kanal für die Meldungen bestimmt. Die Bandbreite der internen Verbindungen ist damit festgelegt und nicht abhängig von dem totalen Datendurchsatz des Systems.

- 30 Weitere Vorzüge der Erfindung liegen darin, daß es erfindungsgemäß verhindert werden kann, daß die Ausgänge überlastet werden oder unnötig leerlaufen. Das erfindungsgemäße Verfahren wirkt in soweit wie eine Datenflußsteuerung. Außerdem ist es erfindungsgemäß möglich, bei einem Vermittlungssystem mit eingangsseitiger Zwischenspeicherung die gleiche
- 35 Verkehrslenkung und Verkehrsgestaltung durchzuführen, die an-

09627178-072700

dernfalls nur bei ausgangsseitiger Zwischenspeicherung möglich wäre.

Erfindungsgemäß können also die Vorteile von eingangsseitiger  
5 und ausgangsseitiger Zwischenspeicherung kombiniert werden  
und gleichzeitig die Nachteile eines jeden der beiden Systeme  
vermieden werden.

10 Erfindungsgemäß ist es weiter bevorzugt, daß die Meldung eine  
Referenz, Information über die Priorität zum richtigen Ein-  
reihen des Datenpaketes und Information über die Länge des  
Pakets enthält. Auf diese Weise kann eine exakte Verkehrslen-  
kung und Verkehrsgestaltung im Datennetz erfolgen.

15 Eine besonders einfache Hardware-Realisierung der vorliegen-  
den Erfindung ist möglich, wenn die Meldung über den selben  
physikalischen Übertragungsweg, jedoch über einen getrennten  
logischen Kanal übertragen wird, wie die Datenpakete.

20 Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, daß eine weitere Meldung  
vom Ausgang an den Eingangsspeicher zurückgesendet wird, so-  
bald das Datenpaket über den Ausgang versandt werden kann,  
und das Datenpaket erst dann zu dem entsprechenden Ziel über-  
tragen wird. Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die wei-  
25 tere Meldung Information über das Ziel des Datenpakets ent-  
hält.

Um die für die Übertragung der einzelnen Meldungen erforder-  
lichen Bandbreiten weiter zu reduzieren, ist es erfindungsge-  
30 mäß besonders bevorzugt, daß die Meldungen zu Meldungspaketen  
zusammengefaßt werden, die zusammen über das Vermittlungssy-  
stem übertragen werden. Dabei ist es weiter bevorzugt, eine  
Datenflußsteuerung zur Abwicklung der Übertragung der Meldun-  
gen zu verwenden.

35

Die vorliegende Erfindung wird im folgenden anhand der beige-  
fügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

002229.8ZT2850

Fig. 1 ein Blockschaltbild für ein erfindungsgemäßes Vermittlungssystem für Datenpakete im ETHERNET-Standard;

- 5 Fig. 2 ein Ablaufschema für einen Vermittlungsvorgang innerhalb eines Bausteins; und

Fig. 3 einen Vermittlungsvorgang zwischen zwei Bausteinen.

- 10 Die vorliegende Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben, welches als Vermittlungssystem für Datenpakete für den ETHERNET-Standard ausgelegt ist.

- Wie in Fig. 1 dargestellt, ist dieses Vermittlungssystem 10  
15 folgendermaßen aufgebaut:

- Die Verbindung mit dem lokalen Netzwerk erfolgt über den Anschlußblock (PORTS-BLOCK) 12. Dieser umfaßt zwölf Zugriffssteuereinrichtungen auf Leitungen mit einer Datenrate von  
20 einhundert Megabit/s und eine Zugriffssteuereinheit für eine Datenrate von ein Gigabit/s. Die Zugriffssteuerungen auf die einzelnen Leitungen werden als MAC (Medium Access Control) bezeichnet. Dabei wird die auf ein Gigabit/s ausgelegte Zugriffssteuerung als GMAC bezeichnet, die auf 100 Megabit/s  
25 ausgelegten Zugriffssteuerungen als FEMAC. Die Ausgänge dieser Zugriffssteuerungen sind über jeweils einen FIFO (First-In-First-Out)-Speicher 14 mit dem Bus 1 verbunden. Der Bus 1 ist weiterhin an einen Kreuzschienenverteiler (Crossbar Interface) 16 und eine Speicherverwaltung (Memory management  
30 Unit) 18 angeschlossen. Kreuzschienenverteiler 16 und Speicherverwaltungseinheit 18 sind dabei noch durch weitere Busse 2 und 3 verbunden. Bus 2 ist darüber hinaus noch mit First-In-First-Out-Speichern 20 verbunden, die die abgehenden Datenpakete sammeln und entweder jeweils einem FEMAC oder  
35 gemeinsam dem GMAC zur Verfügung stellen. Der Bus 1 steht außerdem mit einem Header Fifo 22 in Verbindung. Dieser Header-FIFO 22 (First-In-First-Out-Speicher für den Adressenteil des



3. Unter Umständen kann der Zeitaufwand für die Bearbeitung der Tabellenverweise, gemessen in Taktzyklen, nicht konstant sein. Daraus folgt die Notwendigkeit, die Adressteile der Datenpakete in einem FIFO Speicher (Header-FIFO) 22 zwischenspeichern.

4. Wenn Datenströme in Echtzeit verarbeitet werden sollen, ist die Festlegung einer Reihenfolge an der Ausgangsseite erforderlich, um den Durchsatz in Abhängigkeit von der Bandbreite pro Anschluß zu steuern. Ebenso soll eine einfache Vergabe von Prioritäten bei der Datenvermittlung sichergestellt sein und eine Blockierung (Head Offline Blocking) ausgeschlossen werden.

5. Eine Modifizierung der Adressen muß möglich sein, wobei nicht nur bestimmte Adressfelder geändert werden können, sondern auch Teile des Adressbereichs hinzugefügt oder gelöscht werden können.

Anhand dieser Erfordernisse wird im folgenden die Arbeitsweise des in Fig. 1 dargestellten Vermittlungssystems für Datenpakete beschrieben:

Vom Netzwerk (LAN) erhält eine Zugriffssteuerung auf eine Leitung (Medium Access Control = MAC) ein Datenpaket und schreibt dieses über den internen Bus 1 in den Paketspeicher 44, der ebenfalls mit der Speicherverwaltungseinheit 18 verbunden ist. Zur Anpassung der Datenrate zwischen dem Eingang und dem internen Bus 1 muß eine Bus-Zugriffssteuerung und ein First-In-First-Out Speicher 14 vorgesehen sein. Die jeweilige Zugriffssteuerung handhabt auch die mit dem Übertragungsprotokoll in Zusammenhang stehenden Aufgaben, wie beispielsweise die Durchsatzsteuerung. Am Bus 1 sind zwölf Zugriffssteuerungen für eine Geschwindigkeit von einhundert Megabit/s (FEMAC) und eine Zugriffssteuerung für ein Gigabit/s (GEMAC) angeschlossen. Es sind jedoch jeweils nur entweder die zwölf

FEMAC's aktiv oder die GEMAC. Alle an den Bus 1 angeschlossenen Einheiten nehmen daher keinen Unterschied wahr, ob die Daten über GEMAC oder FEMAC ankommen. Dies führt zu einer erheblichen Vereinfachung.

5

Im Sendebetrieb zeigen die Zugriffssteuerungen Aufnahmebereitschaft an, wenn mehr als 1.536 Byte Platz in dem entsprechenden Sende-FIFO-Speicher 20 ist. Es wird dann ein weiteres Datenpaket aus dem Paketspeicher 44 abgerufen. Das Paket wird  
10 über den Bus 2 zu dem entsprechenden FIFO 20 übertragen und dort zusammengesetzt. Wenn das Paket vollständig zusammengesetzt worden ist, zeigt die Zugriffssteuerung sofort wieder Sendebereitschaft an, wenn immer noch mehr als 1.536 Bytes in  
15 deren Sende-FIFO-Speicher 20 frei ist. Gleichzeitig beginnt die Übertragung des Datenpakets über die entsprechende Leitung.

Beim GEMAC dauert die Anforderung eines entsprechenden Datenpakets für einen FIFO-Speicher 20 zu lange, um die Übertragungsgeschwindigkeit des GEMAC auf der Leitung voll auszunutzen. In diesem Fall fordern alle zwölf Sende-FIFO-Speicher 20  
20 parallel Rahmen an und setzen diese zusammen. Nach der Zusammensetzung werden die Datenpakete in korrekter Reihenfolge an den GEMAC weitergegeben und von diesem auf die GIGABIT-  
25 Ethernet-Leitung übertragen.

Im folgenden soll anhand der Figur 2 der Weg eines einzelnen Datenpakets durch das Vermittlungssystem der Fig. 1 beschrieben werden. Alle Abwandlungen dieses Weges (Local/Entfernt,  
30 ein Empfänger/mehrere Empfänger) können von diesem Beispiel abgeleitet werden.

Wenn auf der physikalischen Ebene ein Datensignal erkannt wird, wird der Beginn eines Empfangsvorgangs der entsprechenden Zugriffssteuerung (MAC) angezeigt. Die Zugriffssteuerung  
35 entfernt Präambeln, Begrenzer und die zyklischen Prüfsummen nach der Überprüfung und fügt eine Netzwerkadresse für ein

090627178:072700

virtuelles LAN hinzu, sofern eine solche noch nicht vorhanden ist. Das Datenpaket wird in den Empfangs-FIFO-Speicher 14 geschrieben und sofern der Speicher mehr als 128 Byte enthält, oder das ganze Paket weniger als 128 Byte umfaßt, wird das Paket in Abschnitten zu 64 Byte über den Bus 1 und die Speichersteuereinheit 18 in den Paketspeicher 44 geschrieben. Die ersten beiden Abschnitte werden zusätzlich in den Header-FIFO-Speicher 22 kopiert. Eine Referenzadresse für das Datenpaket im Paketspeicher 44 wird von der Speicherverwaltungseinheit 18 zurückübertragen und ebenfalls in dem Header-FIFO-Speicher 22 abgespeichert. Der erste und der letzte Abschnitt eines Pakets haben eine spezielle Bedeutung. Wenn der Empfangsvorgang fehlerhaft war, beispielsweise wegen eines Prüfsummenfehlers oder einer Kollision, wird das am letzten Abschnitt erkennbar sein und die Speicherverwaltungseinheit 18 wird das Paket aus dem Paketspeicher 44 und aus dem Header-FIFO-Speicher 22 löschen.

Nach Empfang des gesamten Pakets reiht der Header-FIFO-Speicher 22 den Eintrag für die Verarbeitung durch die Adressauswertungsschaltung 24 ein. Sobald die Adressauswertungsschaltung 24 freie Verarbeitungskapazität hat, holt sie den ersten Eintrag in dem Speicher 22 zur Verarbeitung.

Die Adressverarbeitung kann zu verschiedenen Maßnahmen führen. Die Annahme sei für dieses Datenpaket, daß es eine neue Quellenadresse und eine bekannte lokale Zieladresse hat. Zusätzlich kann die Adresse im Netzwerk geändert werden. Die geänderte Adresse wird in die Speicherverwaltungseinheit 18 zurückgeschrieben. In Fig. 2 ist der Vorgang nach der Adressermittlung als Meldungsdiagramm aufgezeigt. Die Adressauswertungsschaltung 24 weist die Protokolleinheit 40 mit einer "Advertise"-Meldung 1 an, diese als Meldung 2 an die lokale Reihenfolgeverwaltung 42 weiterzugeben. Als Information werden die Referenzadresse, die Reihenfolgenbezeichnung und einige andere Informationen übertragen. Die Reihenfolgeninformationen enthalten implizit den lokalen Ausgangsanschluß und

002208272550



die Priorität des Datenpakets. Intern fügt die Adressauswerteschaltung 24 die neue Quellenadresse zu ihrer Adresstabelle hinzu und erzeugt eine "Lern"-Meldung, um die anderen Anschlußeinheiten in dem System zu informieren, wie diese neue  
5 Adresse zu erreichen ist oder setzt den Alterungszähler zurück.

Wenn eine Zugriffssteuerung MAC in der Lage ist, ein Datenpaket zu übertragen, signalisiert sie dies an die Reihenfolgenverwaltung 42 ihre Verfügbarkeit mit einer Meldung 3. Die  
10 Reihenfolgenverwaltung 42 erhält diese Verfügbarkeitsinformation und es wird eine Warteschlange gesucht, die zu diesem lokalen Ausgangsanschluß gehört. Sofern dort ein Datenpaket auf seine Übertragung wartet, sendet die Reihenfolgenverwaltung  
15 42 die Adresse des Referenzelements und den lokalen Ausgangsanschluß als Meldung 4 an die Protokolleinheit 40. Diese erzeugt eine Meldung 5 für die Speicherverwaltungseinheit 18. Die Speicherverwaltungseinheit 18 beginnt daraufhin, das angeforderte Datenpaket über den Bus 2 in den Ausgangs-FIFO-  
20 Speicher 20 des entsprechenden Ausgangsanschlusses zu übertragen. Dieser Vorgang ist hier mit 6 bezeichnet. Wenn die Übertragung ordnungsgemäß beendet ist, prüft die Speicherverwaltungseinheit 18 den Zähler für Mehrfachaussendungen, und wenn dieser Zähler heruntergezählt ist, wird sie den entsprechenden Speicherbereich im Datenpaketspeicher 44 freigeben.  
25 Sobald das gesamte Datenpaket in den Sende-FIFO-Speicher 20 übertragen ist, beginnt die Zugriffssteuerung das Datenpaket auf die Leitung zu übertragen.

30 Sofern ein Datenpaket über ein weiteres, entferntes Vermittlungssystem übertragen werden soll, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, ist der Empfangsvorgang bis zur Adressermittlung der gleiche, wie bei einem lokalen Weg des Datenpakets. In diesem Fall ergibt die Auflösung der Verweise jedoch eine  
35 nicht lokale Zielangabe für das Datenpaket. Die "Advertise"-Meldung wird mit der Eingangsadresse des Datenpakets in dem Datenpaketspeicher 44 plus der Eingangschip-Identifizierung,



einem getrennten logischen Kanal zum Ausgang, wie die Datenpakete. Man kann die Einreihung der Referenzen in eine entsprechende Warteschlange als virtuelle Einreihung des Datenpakets bezeichnen. Der sendende physikalische Ausgangsanschluß fordert ein Datenpaket von der Reihenfolgeverwaltung 42 an und die Referenz auf dieses Datenpaket wird an den Eingangspufferspeicher zurückgesendet (Request Message = Anforderungsmeldung), in dem das Datenpaket gespeichert ist, wobei die Informationen über den Zielanschluß mitübertragen werden.

10 Der Eingangspuffer überträgt nun das Datenpaket an den Zielanschluß. Wenn das Datenpaket ordnungsgemäß angekommen ist, wird es auf der Datenleitung übertragen und das nächste Datenpaket wird von der Reihenfolgeverwaltung 42 abgefordert. Ankündigungs- und Anforderungsmeldungen, die an den gleichen

15 Chip gehen, können in Meldungspaketen zusammengefaßt werden, um die Bandbreite zu verringern, die für ihre Übertragung erforderlich ist. Eine Datenflußsteuerung kann auf den Meldungsverkehr angewendet werden, um Überlastungssituationen in dem Meldekanal und den Meldungsverarbeitungseinheiten zu vermeiden.

20

Die vorliegende Erfindung trennt erstmals die Datenübertragung von der Übertragung der entsprechenden Informationen an die Reihenfolgesteuerung, wodurch das System sehr anpassungsfähig wird. Die notwendige Bandbreite der internen Datenverbindungen wird erfindungsgemäß nur durch die Bandbreite der lokalen physikalischen Anschlüsse plus etwas Überschuß für die logischen Meldekanäle bestimmt. Die für die internen Verbindungen erforderliche Bandbreite ist fest und hängt nicht

25 von dem Gesamtdurchsatz des Systems ab. Das Ankündigungs-/Anforderungsmeldeprotokoll der vorliegenden Erfindung schützt die Ausgänge des Systems vor Überlastung oder unnötigem Leerlauf und wirkt in dieser Hinsicht wie eine Durchsatzsteuerung. Die Erfindung verbindet die Vorteile von einseitig-

30

35 seitig- und ausgangsseitig gepufferten Systemen und vermeidet die Nachteile dieser beiden Lösungen.

.12

Das erfindungsgemäße Ankündigungs/Anforderungsmeldeprotokoll ermöglicht eingangsseitig gepufferten Systemen die gleiche Verkehrsverwaltung durchzuführen, die andernfalls nur bei ausgangsseitig gepufferten Systemen möglich ist.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren verhindert die Blockierung des Systems, wie sie bei eingangsseitig FIFO-gepufferten Systemen auftreten kann, wenn das vorderste Paket im FIFO-Puffer nicht sofort vermittelt werden kann.

10

00/20/00 BZT/2000

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Vermittlungssystems für Datenpakete mit Ein- und Ausgängen mit eingangsseitiger Zwischen-  
5 speicherung, der Datenpakete, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t, daß bei Eintreffen eines jeden Datenpakets lediglich eine Meldung zum Ausgang gesendet und dort in die Warteschlange gestellt wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t, daß die Meldung eine Referenz, Information über die Priorität zum richtigen Einreihen des Datenpaketes und Information über die Länge des Pakets enthält.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t, daß die Meldung über den selben physikalischen Übertragungsweg, jedoch über einen getrennten logischen Kanal übertragen wird, wie die Datenpakete.
- 20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, daß eine weitere Meldung vom entsprechenden Ausgang an den Eingangsspeicher zurückgesendet wird, sobald das Datenpaket über den Ausgang versandt werden kann, und das Datenpaket erst dann zu dem entsprechenden Ziel  
25 übertragen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t, daß die weitere Meldung Information über das Ziel des Datenpakets enthält.
- 30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Meldungen zu Meldungspaketen zusammengefaßt werden, die zusammen über das Vermittlungssystem übertragen werden.

14

## Zusammenfassung

## Verfahren zum Betrieb eines Vermittlungssystems für Datenpakete

5

Verfahren zum Betrieb eines Vermittlungssystems für Datenpakete mit Ein- und Ausgängen mit eingangsseitiger Zwischenspeicherung der Datenpakete, wobei bei Eintreffen eines jeden Datenpakets lediglich eine Meldung zum Ausgang gesendet und

10

dort in die Warteschlange gestellt wird. Dadurch werden die Vorteile einer eingangsseitigen Zwischenspeicherung mit den Vorteilen einer ausgangsseitigen Zwischenspeicherung kombiniert, ohne die Nachteile eines dieser Systeme in Kauf nehmen zu müssen.

15

Figur 1

00/22/01 BZ/23950